

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH  
 RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 16 FEB 2004
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**This Page Blank (uspto)**

**Aktenzeichen:** 103 00 569.2  
**Anmeldetag:** 10. Januar 2003  
**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG,  
 70567 Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Toroidregelvorrichtung  
**IPC:** F 16 H 61/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

Wallner

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs

20.12.2002

Toroidregelvorrichtung

- 5 Die Erfinlung betrifft insbesondere eine Toroidregelvorrich-  
tung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus "Society of Automotive Engineers, Inc., 2002-01-0586,  
Full Toroidal IVT Variator Dynamics", Robert D. Fuchs and Ya-  
10 suhiko Hasuda, insbesondere Seite 3, Spalte 2, Fig. 6 ist ei-  
ne gattungsbildende Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentre-  
gelung eines Toroidvariators eines Kraftfahrzeugs mit einem  
Regler bekannt. Zum Regler ist eine von einer Kenngröße für  
ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator gebildete Re-  
15 gelgröße rückführbar. Bei der Ermittlung der die Regelgröße  
bildenden Kenngröße ist eine Kenngröße eines Drucks in einer  
Kolben-Zylindereinheit des Toroidvariators einbezogen.

Der Erfinlung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine  
20 Toroidregelvorrichtung bereitzustellen, die bei einem insge-  
sam geringen konstruktiven Aufwand ein besonders stabiles  
Regelverhalten mit einer kurzen Einregelzeit ermöglicht und  
die ferner insbesondere für Getriebe mit einer Geared-  
Neutral-Funktion geeignet ist. Sie wird gemäß der Erfinlung  
25 durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestal-  
tungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und Nebenansprü-  
chen.

Die Erfinlung geht aus von einer Toroidregelvorrichtung zur  
30 Drehmomentregelung eines Toroidvariators, insbesondere eines  
Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Regler und mit einer zum

Regler rückführbaren ersten Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator einbezogen ist.

- 5 Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bei Getrieben mit einer Geared-Neutral-Funktion der Stillstand nur bei einer diskreten Übersetzung erzeugt werden kann. Die diskrete Übersetzung kann bei übersetzungsgerelten Toroidvariatoren bzw. mit Toroidregelvorrichtung zur Übersetzungsregelung nur
- 10 mit großem Aufwand eingeregelt werden, wogegen mit drehmomentgerelten Toroidvariatoren bzw. mit Toroidregelvorrichtungen zur Drehmomentregelung der Stillstand bei Getrieben mit einer Geared-Neutral-Funktion regelungstechnisch einfach realisierbar ist, weshalb sich Toroidregelvorrichtungen zur
- 15 Drehmomentregelung besonders für Getriebe mit einer Geared-Neutral-Funktion eignen. Außerdem erlauben Toroidregelvorrichtungen zur Drehmomentregelung gegenüber Toroidregelvorrichtungen zur Übersetzungsregelung eine besonders einfache und exakte Veränderung des Drehmoments, wodurch sich diese
- 20 ferner besonders für Getriebe mit verschiedenen Fahrbereichen eignen.

- 25 Durch die erfindungsgemäße Ausführung der Toroidregelvorrichtung mit wenigstens einer zweiten, rückführbaren Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine zweite Kenngröße für eine Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers des Toroidvariators einbezogen ist, kann eine vorteilhafte Dämpfung und damit ein stabiles System zumindest weitgehend ohne technisch realisierten Castor-Winkel erreicht werden, wobei unter einem
- 30 Castor-Winkel ein Winkel zwischen einer Zwischenrollerhalterung bzw. einem Stellkolben eines Zwischenrollers und der Senkrechten zu den Zentralwellen des Toroidvariators verstanden werden soll. Kann der Castor-Winkel klein, insbesondere kleiner als 5°, ausgeführt und besonders vorteilhaft gleich
- 35 Null gesetzt bzw. ein Stellkolben des Zwischenrollers senkrecht zu Zentralwellen des Toroidvariators ausgeführt werden, können insbesondere konstruktiver Aufwand, Gewicht, Bauteile und Bauraum eingespart werden. Bei einem Castor-Winkel gleich

Null ist im Vergleich zu einem Castor-Winkel ungleich Null nur in einer Stellung keine Schwenkung des Zwischenrollers erreichbar, wodurch ein kleiner Hub des Stellkolbens erreicht und Energie eingespart werden kann. Ferner kann einfach durch  
5 eine Variabilität einzelner Parameter eine große Flexibilität, insbesondere hinsichtlich konstruktiver Ausgestaltungen, erreicht werden.

Sind bei der Ermittlung der zweiten Kenngröße wenigstens eine  
10 Kenngröße für eine Drehzahl am Eingang des Toroidvariators und eine Kenngröße für eine Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators einbezogen, kann vorteilhaft auf in der Regel bereits vorhandene Sensoren zurückgegriffen und zusätzliche Sensoren können vermieden werden. Aus einem Quotienten der Kenngröße  
15 der Drehzahl am Eingang des Toroidvariators und der Kenngröße der Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators kann auf eine Drehzahlübersetzung des Toroidvariators geschlossen werden. Diese Größe kann dann entweder direkt differenziert oder in einem Zwischenschritt zunächst in einen korrespondierenden  
20 Schwenkwinkel umgewandelt und anschließend differenziert werden. Die Kenngrößen für die Drehzahlen können entweder direkt am Toroidvariator über Sensoren detektiert oder es können Drehzahlwerte herangezogen werden, die an anderer Stelle ermittelt wurden und eine Bestimmung der Drehzahlen am Eingang  
25 und am Ausgang des Toroidvariators ermöglichen.

Zusätzlich oder alternativ könnten auch zur Ermittlung der zweiten Kenngröße andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Größen detektiert werden, wie beispielsweise direkt ein  
30 vorliegender Schwenkwinkel, über den durch Differenzierung auf eine Schwenkgeschwindigkeit geschlossen werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die zweite Regelgröße das Ergebnis einer Multiplikation mit wenigstens einem Proportionalitätsfaktor ist.  
35 Über den Proportionalitätsfaktor kann gezielt eine gewünschte Dämpfung eingestellt, beispielsweise vorteilhaft eine Dämpfung von eins, und das System einfach optimiert werden. Ist

der Proportionalitätsfaktor abhängig von wenigstens einer Betriebsgröße, wie von einer vorliegenden Drehzahl, Last und/oder Temperatur usw., indem dieser beispielsweise während eines Regelprozesses aus einem entsprechenden Kennfeld ausge-

- 5 lesen oder über eine entsprechende analytische Funktion ermittelt wird, kann unabhängig von verschiedenen Betriebssituationen eine konstante Dämpfung erzielt und/oder die Dämpfung kann vorteilhaft an verschiedene Betriebssituationen angepasst werden.

10

Ferner wird vorgeschlagen, dass die zweite Regelgröße einer Stellgröße des Reglers zuführbar ist, was sich vorteilhaft auf das Regelverhalten auswirkt. Grundsätzlich könnte die zweite Regelgröße jedoch auch einer Führungsgröße zuführbar sein.

15

- Ist bei der Ermittlung der ersten Kenngröße wenigstens eine Kenngröße für einen Druck in einer Kolben-Zylindereinheit des Toroidvariators einbezogen, kann ferner eine kostengünstige 20 Sensorik erzielt werden. Hierfür können entweder zwei Absolutdrucksensoren - Messung gegenüber Vakuum -, zwei Relativdrucksensoren - Messung gegenüber einem Umgebungsdruck - und/oder es kann ein Differenzdrucksensor herangezogen werden. Alternativ kann auch nur einer der beiden erstgenannten 25 Sensoren eingesetzt werden, wenn in einer von zwei Kammern eines Zylinders zur Abstützung des Zwischenrollers stets ein bereits bekannter Druck, beispielsweise Umgebungsdruck oder Systemdruck, herrscht. Der Sensor würde dabei vorteilhaft wahlweise, beispielsweise über ein Umschaltventil, mit derjenigen Kammer verbunden, in der der unbekannte Druck herrscht. Anstatt die Drücke über einen Sensor zu erfassen, könnten 30 diese auch hydraulisch jeweils an einen Regelschieber bzw. an ein Regelschieberventil geführt sein, wodurch ein vorteilhaft geringer Fertigungsaufwand und eine hohe Betriebssicherheit 35 erreicht werden kann. Verfügt dabei zumindest einer der Regelschieber über genau zwei Steuerkanten, kann der Fertigungsaufwand weiter verringert und die Fertigungskosten können infolge der verringerten Toleranzanforderungen gesenkt

werden, vgl. auch die unveröffentlichte Anmeldung DE 102 33 089 der Anmelderin.

Zusätzlich oder alternativ könnte jedoch auch ein Drehmoment am Eingang des Toroidvariators, ein Drehmoment am Ausgang des Toroidvariators und/oder eine Stützkraft am Zwischenroller, beispielsweise durch eine Kraftmessung zwischen einem Haltearm des Zwischenrollers und einem Stellkolben, detektiert werden.

10

Der Regler kann mit verschiedenen, dem Fachmann als sinnvoll erscheinenden Regelgliedern ausgeführt sein. Ist der Regler jedoch als PID-Regler bzw. wenigstens mit einem Integralglied und einem Differenzialglied ausgebildet, können mit dem Integralglied stationäre Regelabweichungen und mit dem Differenzialglied kann ein Überschwingen vorteilhaft vermieden werden.

15

Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich grundsätzlich für sämtliche Arten von Toroidvariatoren, jedoch neben Halbtoroidvariatoren besonders vorteilhaft für Volltoroidvariatoren, bei denen in bekannter Weise ein Castor-Winkel zur Erzielung einer Dämpfung verwendet wird.

20

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten 25 und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

30

Dabei zeigen:

35

Fig. 1 einen Ausschnitt eines schematisch dargestellten Volltoroidgetriebes mit einer erfindungsgemäßen Toroidregelvorrichtung und

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Toroidregelvorrichtung aus Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt eines schematisch dargestellten  
5 Volltoroidgetriebes eines Kraftfahrzeugs mit einer Toroidre-  
gelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators  
11. Der Toroidvariator 11 umfasst einen zwischen zwei Toroid-  
scheiben 12, 13 angeordneten Zwischenroller 10, dessen  
10 Schwenkwinkel  $\lambda$  zwischen den Toroidscheiben 12, 13 über eine  
hydraulische Stelleinheit 15 einstellbar ist. Die Stellein-  
heit 15 weist hierfür einen Ventilblock 16 auf, über den in  
einer doppelwirkenden Kolben-Zylindereinheit 17 eine Druck-  
differenz  $p_1 - p_2$  einstellbar ist. Die Kolben-Zylindereinheit  
17 ist über eine Kolbenstange 18 mit dem Zwischenroller 10  
15 verbunden, wobei über eine Stellkraft der Kolben-  
Zylindereinheit 17 die Kolbenstange 18 in Richtung 19, 20  
verschiebbar und dadurch der Schwenkwinkel  $\lambda$  einstellbar ist.  
Die Kolbenstange 18 ist senkrecht zu Zentralwellen 21, 22 des  
Toroidvariators 11 ausgerichtet. Das Volltoroidgetriebe be-  
20 sitzt einen Castor-Winkel gleich Null.

Erfindungsgemäß weist die Toroidregelvorrichtung einen als  
PID-Regler ausgebildeten Regler  $G_R$  auf. Zum Regler  $G_R$  ist ei-  
ne erste Regelgröße  $X_1$  rückführbar, bei deren Bildung eine  
25 erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidva-  
riator 11 einbezogen ist (Fig. 2). Hierfür ist über eine Sen-  
soreinheit 14 mit einem Differenzdrucksensor ein Differenz-  
druck in der Kolben-Zylindereinheit 17 bzw. nach einem ersten  
Regelstreckenteil  $G_{S1}$  erfassbar, wobei im Betrieb dem Regler  
30  $G_R$  neben der ersten Regelgröße  $X_1$  eine Führungsgröße  $W$  mit  
einer Solldruckdifferenz zugeführt wird.

Neben der ersten Regelgröße  $X_1$  ist eine zweite Regelgröße  $X_2$   
rückführbar, bei deren Bildung eine zweite Kenngröße für eine  
35 Schwengeschwindigkeit des Zwischenrollers 10 des Toroidvari-  
atoren 11 einbezogen ist. Bei der Ermittlung der zweiten Kenn-  
größe sind eine Kenngröße für eine Drehzahl am Eingang des

Toroidvariators 11 bzw. eine Eingangsdrehzahl des Toroidvariators 11 und eine Kenngröße für eine Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators 11 bzw. eine Ausgangsdrehzahl des Toroidvariators 11 einbezogen. Die Eingangsdrehzahl und die Ausgangsdrehzahl sind über eine Sensoreinheit 23 nach einem zweiten Regelstreckenteil  $G_{S2}$  erfassbar. Über eine Auswerteeinheit 24 wird ein Quotient der detektierten Drehzahlen bzw. eine Drehzahlübersetzung ermittelt. Aus der Drehzahlübersetzung wird ein Schwenkwinkel ermittelt, der anschließend in einem Differenzialglied 25 differenziert wird. Eine daraus ermittelte Schwenkgeschwindigkeit wird im Betrieb mit einem Proportionalitätsfaktor K multipliziert, der abhängig von einer detektierten Getriebeöltemperatur und einer vorliegenden Last sowie abhängig von der Eingangsdrehzahl des Toroidvariators 11 ist. Der Proportionalitätsfaktor K wird hierfür aus einem in einem nicht näher dargestellten Speicher abgelegten Kennfeld ausgelesen.

Die vom Ergebnis der Multiplikation gebildete zweite Regelgröße  $X_2$  wird während des Regelprozesses zu einer Hilfsstellgröße  $Y'$  des Reglers  $G_R$  addiert, wobei das Ergebnis der Addition eine dem Ventilblock 16 zugeführte Hauptstellgröße  $Y$  bildet.

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs  
20.12.2002

5 Bezugszeichen

10	Zwischenroller	$G_R$	Regler
11	Toroidvariator	$X_1$	Regelgröße
12	Toroidscheibe	$X_2$	Regelgröße
13	Toroidscheibe	K	Proportionalitätsfaktor
14	Sensoreinheit	$\lambda$	Schwenkwinkel
15	Stelleinheit	W	Führungsgröße
16	Ventilblock	$Y'$	Stellgröße
17	Kolben-Zylindereinheit	Y	Stellgröße
18	Kolbenstange	$G_{S1}$	Regelstreckenteil
19	Richtung	$G_{S2}$	Regelstreckenteil
20	Richtung		
21	Zentralwelle		
22	Zentralwelle		
23	Sensoreinheit		
24	Auswerteeinheit		
25	Differenzialglied		

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs

20.12.2002

Patentansprüche

- 5     1. Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Regler und mit einer zum Regler rückführbaren ersten Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator einbezogen ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass wenigstens eine zweite Regelgröße ( $X_2$ ) rückführbar ist, bei deren Bildung zumindest eine zweite Kenngröße für eine Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers  
10     (10) des Toroidvariators (11) einbezogen ist.
- 15     2. Toroidregelvorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass bei der Ermittlung der zweiten Kenngröße wenigstens eine Kenngröße für eine Drehzahl am Eingang des Toroidvariators (11) und eine Kenngröße für eine Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators (11) einbezogen sind.
- 20     3. Toroidregelvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die zweite Regelgröße ( $X_2$ ) das Ergebnis einer Multiplikation mit wenigstens einem Proportionalitätsfaktor (K) ist.

4. Toroidregelvorrichtung nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Proportionalitätsfaktor (K) abhängig von wenigstens einer Betriebsgröße ist.

5

5. Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die zweite Regelgröße ( $X_2$ ) einer Stellgröße ( $Y'$ ) des  
10 Reglers ( $G_R$ ) zuführbar ist.

10

6. Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
15 dass bei der Ermittlung der ersten Kenngröße wenigstens eine Kenngröße für einen Druck in einer Kolben-Zylindereinheit (17) des Toroidvariators (11) einbezogen ist.

15

20 7. Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Regler ( $G_R$ ) als PID-Regler ausgeführt ist.

25

8. Verfahren mit einer Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei neben einer ersten Regelgröße ( $X_1$ ), zu deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator (11) einbezogen wird, zumindest eine zweite Regelgröße ( $X_2$ ) rückgeführt wird, zu deren Bildung zumindest eine zweite Kenngröße für eine Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers (10) des Toroidvariators (11) einbezogen wird.

30

35

9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Regelgröße ( $X_2$ ) einer Stellgröße des Reg-  
lers ( $G_R$ ) zugeführt wird.

5

10. Toroidgetriebe mit einer Toroidregelvorrichtung nach ei-  
nem der Ansprüche 1 bis 7 und mit einem Castor-Winkel  
kleiner als  $5^\circ$ .

10

1 / 2

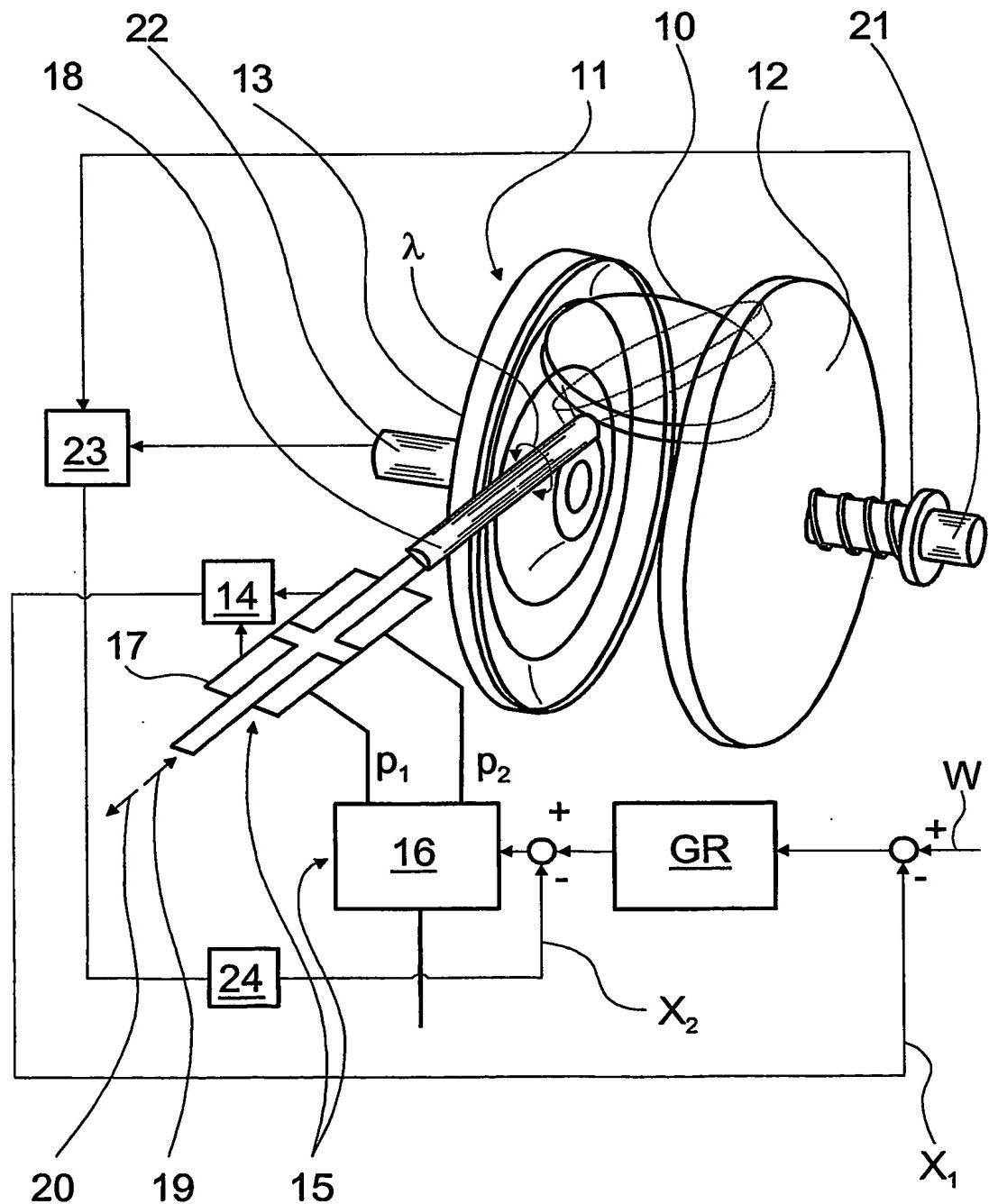


Fig. 1

P801146/DE/1

2 / 2

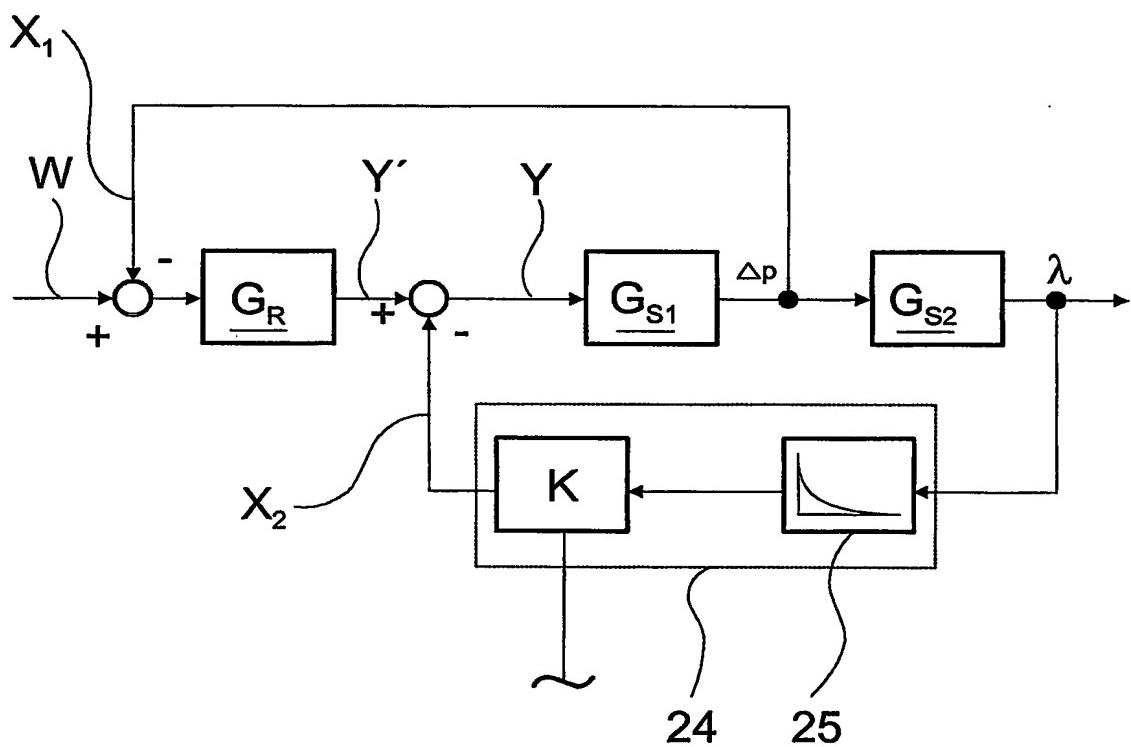


Fig. 2

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs

20.12.2002

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung geht insbesondere aus von einer Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Regler und mit einer zum Regler rückführbaren ersten Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator einbezogen ist.

- 10 Es wird vorgeschlagen, dass wenigstens eine zweite Regelgröße rückführbar ist, bei deren Bildung zumindest eine zweite Kenngröße für eine Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers des Toroidvariators einbezogen ist.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**